



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: 195 39 648.0  
22 Anmeldetag: 25. 10. 95  
43 Offenlegungstag: 7. 5. 97

DE 195 39 648 A 1

71 Anmelder:

Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,  
DE

72 Erfinder:

Strobel, Barbara, Dipl.-Ing. (FH), 89231 Neu-Ulm, DE;  
Heil, Dietmar, Dipl.-Ing. (FH), 88693  
Deggenhausertal, DE; Benz, Uwe, Dipl.-Ing., 88690  
Uhltingen-Mühlhofen, DE; Tillmetz, Werner,  
Dipl.-Chem., 88131 Lindau, DE

56 Entgegenhaltungen:

DE 44 23 587 A1  
DE 44 20 752 A1  
FR 14 17 758

JP 07126001 A. In: Patents Abstr. of Japan,  
herausgegeben am 16.5.95;

JP 06345408 A. In: Patents Abstr. of Japan,  
herausgegeben am 20.12.94;  
JP 6-157004 A. In: Patents Abstr. of Japan, Sekt. C  
Vol.18 (1994) Nr.482 (C-1247);  
JP 2-166604 A. In: Patents Abstr. of Japan, Vol.14  
(1990) No.326 (C-740);  
JP 63-166701 A. In: Patents Abstr. of Japan, Sekt. C  
Vol.12 (1988) Nr.444 (C-545);  
JP 56-14401 A. In: Patents Abstr. of Japan, Sekt. C  
Vol.5 (1981) No.62 (C-52);

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Reaktor zur selektiven CO-Oxidation in H<sub>2</sub>-reichem Gas

57 Die Erfindung betrifft einen Reaktor zur selektiven Oxidation von Kohlenmonoxid in H<sub>2</sub>-reichem Gas, der Katalysatormaterial enthaltende Reaktionsräume und von Kühlmedium durchströmte Kühlräume aufweist. Erfindungsgemäß ist der Reaktor in Filterpressenbauweise aufgebaut, wobei die Reaktions- und die Kühlräume durch Trennfolien getrennt sind. Zur Verbesserung der Wärmeabfuhr ist das Katalysatormaterial auf der dem Reaktionsraum zugewandten Oberfläche der Trennfolie aufgebracht. Zusätzlich können zur Ausbildung von Zuführkanälen poröse Zwischenschichten in den Reaktionsräumen vorgesehen sein.

DE 195 39 648 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 03. 97 702 019/11

9/23

Die Erfindung betrifft einen Reaktor zur selektiven Oxidation von Kohlenmonoxid in  $H_2$ -reichem Gas gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Für den Betrieb von Brennstoffzellen mit Polymer-elektrolytmembranen, kurz PEM-Brennstoffzellen, für mobile Anwendungen soll Wasserstoff beispielsweise aus Methanol durch Wasserdampfreformierung oder durch partielle Oxidation erzeugt werden. Bei beiden Prozessen fällt als Nebenprodukt Kohlenmonoxid in Mengen an, die von einer PEM-Brennstoffzelle nicht toleriert werden kann. Das Reformier-Produktgas muß daher gereinigt werden. Als möglicher Lösungsansatz ist neben der selektiven Abtrennung des Wasserstoffs über eine Palladium-Silber-Membran oder einer Methanisierung des Kohlenmonoxid an einem geeigneten Katalysator die selektive Oxidation des Kohlenmonoxids an geeigneten Oxidationskatalysatoren bekannt.

Die CO-Oxidation ist eine stark exotherme Reaktion, die in einer Wasserstoffatmosphäre selektiv nur in einem engen Temperaturintervall stattfindet. Bei bekannten Katalysatoren auf Platin-Basis liegt dieser Bereich ungefähr zwischen  $80^\circ$  und  $400^\circ$  Celsius. Bei Temperaturen unterhalb  $80^\circ C$  ist die Aktivität des Katalysators für die CO-Oxidation gering. Bei Temperaturen über  $400^\circ C$  wird gleichzeitig mit dem CO auch Wasserstoff oxydiert, das heißt die Reaktion ist nicht mehr selektiv durchführbar. Bei CO-Eingangskonzentrationen von 1–3%, wie sie am Ausgang von Kompaktreformern für mobile Brennstoffzellenanwendungen auftreten können, sind jedoch adiabate Temperaturerhöhungen bis zu 200 K möglich.

Bei üblichen Rohrreaktoren findet der größte Teil der exothermen Reaktion in einem sehr engen Bereich des Reaktors statt, dessen Lage und Ausdehnung lastabhängig ist. Aus der WO 93/19005 A1 ist beispielsweise ein zweistufiger Schüttreaktor zur selektiven Oxidation von Kohlenmonoxid in einem  $H_2$ -reichen und Sauerstoff enthaltenden Gas bekannt. Zwar ist in beiden Stufen jeweils eine Kühlschlange vorgesehen. Die Wärmeabfuhr ist jedoch nur im direkten Bereich der Kühlschlange ausreichend. In anderen Bereichen des Reaktors bleibt die Wärmeabfuhr jedoch unzureichend. Bei Gaseinlaßtemperaturen von ungefähr  $100^\circ C$  können daher im Reaktor Temperaturspitzen auftreten, die über  $400^\circ C$  liegen und daher keine selektive Reaktion zulassen. Dadurch, daß die Reaktion nur in einem begrenzten Bereich abläuft, ist außerdem die Katalysatorausnutzung gering.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, einen isothermen Reaktor zur selektiven Oxidation von Kohlenmonoxid in Wasserstoffatmosphäre zu schaffen, der kompakt gebaut ist und mit dem der CO-Anteil auch im dynamischen Betrieb auf Werte unterhalb von 50 ppm reduziert werden kann.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des kennzeichnenden Teiles des Hauptanspruches gelöst.

Durch die Plattenbauweise und das Aufbringen des Katalysators auf die Trennwand zum Kühlraum wird die Wärmeabfuhr stark verbessert und dadurch unzulässige Temperaturspitzen vermieden. Mit Hilfe der zusätzlichen Katalysatorträgerfolien kann zusätzlich die katalytisch wirksame Oberfläche vergrößert werden.

Das Einbringen poröser Zwischenschichten weist den Vorteil auf, daß die Gaszuführung über die Lauflänge gleichmäßig erfolgt und somit nahezu das gesamte

Katalysatormaterial mit hohem Wirkungsgrad genutzt wird.

Das Einbringen von Stützstrukturen dient zur mechanischen Abstützung und zur Schaffung definierter Reaktionsräume. Gleichzeitig kann dadurch eine gleichmäßigere Strömungsverteilung und eine Verbesserung des Wärme- und Stofftransportes erreicht werden. Durch die Katalysatorbeschichtung dieser Stützstrukturen in den Reaktionsräumen kann schließlich die wirksame Katalysatoroberfläche weiter erhöht werden.

Eine Optimierung des Verhältnisses von geometrischer Fläche, die für die Wärmeübertragung maßgebend ist, zur wirksamen Katalysatoroberfläche wird über eine Variation der Katalysatormenge in Abhängigkeit von der Reaktorlauflänge erreicht. Die Durchlässigkeit der porösen Zwischenschicht kann ebenfalls als Funktion der Reaktorlauflänge variieren, wodurch eine gezielte Dosierung der Gasströme erreicht werden kann. Eine flächenhafte Verteilung der Gasströme kann außerdem dadurch erreicht werden, daß die Zuführräume gegenüber den Reaktionsräumen ein höheres Druckniveau aufweisen.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen gehen aus den Unteransprüchen und der Beschreibung hervor. Die Erfindung ist nachstehend anhand einer Zeichnung näher beschrieben, wobei

Fig. 1 den prinzipiellen Aufbau eines erfindungsgemäßen Reaktors im Schnitt,

Fig. 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel mit einer zusätzlichen Katalysatorträgerfolie im Reaktionsraum,

Fig. 3a–c weitere Ausführungsbeispiele eines Reaktors mit porösen Zwischenschichten, und

Fig. 4a–b weitere Ausführungsbeispiele mit porösen Zwischenschichten und getrennter Zuführung von Reformat und Sauerstoff zeigt.

Der in Fig. 1 insgesamt mit 1 gekennzeichnete Reaktor in Filterpressenbauweise kann aus einer Vielzahl von Einzelzellen 2 aufgebaut sein, wobei eine Einzelzelle 2 im einfachsten Fall durch zwei mit Abstand voneinander, im wesentlichen parallel angeordnete Trennwände 3 gebildet wird. Die Räume zwischen den Trennwänden 3 werden abwechselnd als Reaktionsraum 4 und als Kühlraum 5 genutzt. Hierbei sind zumindest die dem Reaktionsraum 4 zugewandten Oberflächen der Trennwände 3 mit Katalysatormaterial 6 belegt. Dadurch wird eine optimale Wärmeabfuhr sichergestellt.

Der Reaktor 1 wird zur Entfernung von Kohlenmonoxid CO mittels selektiver Oxidation aus einem  $H_2$ -reichen Gas verwendet. Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel hierfür ist die CO-Entfernung aus einem Reformat, das durch Wasserdampfreformierung aus Methanol in einem nicht gezeigten Reformier hergestellt wird. Dieses Reformat, bestehend beispielsweise aus Wasserstoff mit einem CO-Anteil von 1–3 Vol%, wird vorzugsweise für den mobilen Einsatz von PEM-Brennstoffzellen in Fahrzeugen verwendet. Bei der selektiven Oxidation wird dem Reformat zusätzlich Sauerstoff, beispielsweise in Form von Umgebungsluft, zugeführt, wobei dann das Kohlenmonoxid CO durch den Sauerstoff  $O_2$  zu Kohlendioxid  $CO_2$  oxydiert wird. Diese Reaktion wird an einem geeigneten Oxidationskatalysator 6, beispielsweise Platin und/oder Ruthenium auf einem geeigneten Träger, wie  $Al_2O_3$  oder einem Zeolith in Pulverform, durchgeführt. Hierbei wird dem Reformat Luft oder Sauerstoff in einem Verhältnis CO zu O von ungefähr 1 : 1 bis 1 : 4 zugeführt. Um eine vorwiegende Reaktion zwischen dem Sauerstoff und dem Wasserstoff zu verhindern sollte die Reaktion nicht bei Temperaturen

oberhalb von 400°C ablaufen. Unterhalb von ungefähr 80°C ist aber auf der anderen Seite die Aktivität des Katalysators 6 für die CO-Oxidation gering. Daher sollte die Reaktion in Abhängigkeit vom verwendeten Katalysator 6 in einem vorgegebenen Temperaturintervall, hier ungefähr zwischen 80° und 400°C, ablaufen.

Da es sich um eine stark exotherme Reaktion handelt muß zur Einhaltung eines vorgegebenen Temperaturniveaus der Reaktor gekühlt werden. Hierzu werden die Kühlräume 5 durch ein geeignetes Wärmeträgermedium durchströmt. Zur besseren Strömungsführung können die dem Kühlraum 5 zugewandten Oberflächen der Trennwände 3 strukturiert ausgeführt werden. Dies kann beispielsweise bei der Herstellung durch Prägen oder Walzen erfolgen. Als Wärmeträgermedium kann beispielsweise ein Zweiphasen-Gemisch aus Wasser und/oder Methanol verwendet werden, wobei der Dampfgehalt 10 bis 90 Massenprozent beträgt. Dadurch kann beim Kaltstart durch Kondensation der Gasphase Wärme zugeführt und während des Betriebs durch Verdampfen der Flüssigphase die Reaktionswärme abgeführt werden. Das Temperaturniveau des Reaktors 1 kann hierbei über die Zusammensetzung des Methanol/Wassergemisches eingestellt werden. Als weitere Ausführungsform ist es jedoch auch möglich, den Kühlraum nach dem sogenannten Heat-pipe-Prinzip auszubilden.

In den Reaktions- und/oder Kühlräumen 4, 5 können zusätzlich Stützstrukturen, beispielsweise in Form von Netzen 7 oder strukturierten Folien eingebracht werden. Diese dienen vor allem zur Abstützung der einzelnen Trennwände 3 und zur Schaffung definierter geometrischer Anordnungen. Zusätzlich führen die Netze 7, die beispielsweise aus Edelstahl, Kupfer, Aluminium, Kunststoff oder Graphit bestehen, aber auch zu einer gleichmäßigeren Strömungsverteilung und zu einer Verbesserung des Wärme- und Stofftransportes. Zu diesem Zweck können aber auch zusätzliche Strukturen vorgesehen werden. Zur weiteren Vergrößerung der wirksamen Katalysatoroberfläche können schließlich die Netze 7 oder auch die zusätzlichen Strukturen im Reaktionsraum 4 ebenfalls mit Katalysatormaterial 6 belegt werden. Das Katalysatormaterial 6 kann auf die Trennwände 3 und die Netze 6 durch Spritzen, Tauchen, Foliengießen oder Siebdruck aufgebracht und über gängige Verfahren, beispielsweise Trocknen, Kalzinieren oder Wärmebehandlung fixiert und stabilisiert werden.

Um eine ausreichende Vermischung des Reformat-Luft-Stromes sicherzustellen kann der Einlaßbereich der Reaktionsräume 4 als Mischungsbereich ausgeführt werden. In diesem Mischungsbereich wird kein Katalysatormaterial 6 aufgebracht, so daß lediglich eine Vermischung des Gasstromes an den Verteilerstrukturen erfolgt.

Zur Ausbildung eines kompletten Reaktors wird der Stapel aus Trennwänden 3 und Netzen 7 jeweils durch eine nicht dargestellte Endplatte begrenzt, gegebenenfalls in ein nicht gezeigtes Gehäuse eingebracht und mit entsprechenden Zu- und Ableitungen versehen. Zwischen den einzelnen Platten werden Dichtungen aus Kunststoff, Metall, Graphit oder aus einem Verbundmaterial eingefügt. Alternativ können die einzelnen Platten auch durch Schweißen gasdicht verbunden werden. Die Endplatten werden aus Edelstahl, Aluminium, Keramik und /oder einem Verbundwerkstoff gefertigt. Zur thermischen Isolation wird zwischen den Einzelzellen 2 und den Endplatten zusätzlich eine Isolierplatte aus Kunststoff eingebaut. Die Verteilung der Reaktionsgase und des Kühlmediums kann durch in die Endplatten inte-

griierte Strukturen und/oder über separate Verteilerplatten aus Kunststoff oder Metall erfolgen. Zur Verbesserung der Strömungsführung können auch die den Reaktionsräumen 4 zugewandten Oberflächen der Trennwände 3 strukturiert ausgearbeitet sein. Für die Trennwände zwischen den Reaktions- und Kühlräumen 4, 5 können Materialien wie Edelstahl, Aluminium, Kupfer, Graphit, Kevlar oder alternativen Leichtbaumaterialien verwendet werden. Die Trennwände innerhalb der Reaktionsräume 4 können aus Edelstahl, Aluminium, Kupfer, Graphit oder Graphitpapier, Kevlar oder aus porösen Kunststoff-Membranen bestehen.

Die Reaktions- beziehungsweise Kühlräume 4, 5 der Einzelzellen 2 können parallel und/oder seriell durchströmt werden. Die Medien in den Reaktions- und Kühlräumen 4, 5 können im Gleich- oder im Gegenstrom geführt werden, wobei jedoch alle gezeigten Ausführungsbeispiele nach dem Gleichstromprinzip ausgeführt sind.

Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel, wobei gleiche Teile mit gleichen Bezugsziffern gekennzeichnet sind. Im Unterschied zu Fig. 1 ist hier in den Reaktionsräumen 4 zusätzlich eine im wesentlichen parallel zu den Trennwänden 3 angeordnete Katalysatorträgerfolie 8 vorgesehen, die beidseitig mit Katalysatormaterial 6 belegt ist. Dadurch kann die katalytisch wirksame Oberfläche weiter erhöht werden. Hierbei ist es auch möglich, die Katalysatorträgerfolie 8 mit einem anderen Katalysatormaterial 6, daß in einem anderen Temperaturbereich arbeitet, zu beschichten. Hierdurch kann der wirksame Temperaturbereich des Reaktors 1 vergrößert werden.

Eine weitere Ausgestaltung der Anordnungen gemäß den Fig. 1 und 2 zeigt Fig. 3, wobei wiederum gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet sind. Gemäß Fig. 3 sind in den Reaktionsräumen 4 zusätzlich poröse Zwischenschichten 9, die im wesentlichen parallel zu den Trennwänden 3 angeordnet sind, vorgesehen. Die porösen Zwischenschichten 9 können sowohl durch eine Schicht aus einem porösen Material als auch durch eine undurchlässige Folie oder Wand mit einer Vielzahl von kleinen Löchern 10 gebildet werden. Durch die Zwischenschichten 9 werden die Reaktionsräume 4 in Bezug auf die Hauptströmungsrichtung in mehrere parallele Teilräume 4, 4a untergliedert.

Ein Teil der Teilräume 4, 4a wird auf der Abströmseite gasdicht verschlossen und dient daher als Zuführungsraum 4a. Die anderen Teilräume werden auf der Zuströmseite gasdicht verschlossen und bilden in diesem Fall die eigentlichen Reaktionsräume 4. Pro Einzelzelle 2 ist jeweils mindestens ein Zuführungsraum 4a und ein Reaktionsraum 4 vorhanden, wobei der Gasaustausch zwischen den Zuführungsräumen 4a und den Reaktionsräumen 4 über die porösen Zwischenschichten 9 erfolgt.

Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3a besteht eine Einzelzelle 2 aus einem Zuführungsraum 4 und einem Reaktionsraum 4a. Über den Zuführungsraum 4a wird dem Reaktor 1 das aus einem Reformat-Luftgemisch bestehende Edukt zugeführt, das anschließend über die poröse Zwischenschicht 9 gleichmäßig verteilt in den Reaktionsraum 4 strömt. Der CO-Anteil im Reformat reagiert im Reaktionsraum 4 am Katalysator 6 möglichst vollständig mit dem Sauerstoff unter Bildung von Kohlendioxid, so daß ein möglichst reines Wasserstoffgas, d. h. mit einem CO-Anteil unterhalb 50 ppm, den Reaktor 1 über den Reaktionsraum 4 verläßt.

Eine etwas abgewandelte Anordnung zeigen die



Fig. 3b und 3c. Hierbei sind pro Einzelzelle 2 jeweils zwei poröse Zwischenschichten 9 vorgesehen. In diesem Fall ist der Raum zwischen den beiden Zwischenschichten 9 auf der Abströmseite verschlossen und dient als Zuführungsraum 4a, während die beiden anderen Teilräume zwischen den Zwischenschichten 9 und den gegenüberliegenden Trennwänden 3 zur Ausbildung von Reaktionsräumen 4 jeweils auf der Anströmseite verschlossen sind. In den Anordnungen gemäß den Fig. 3a und b sind nur die Innenwände und/oder Netze 7 in den Reaktionsräumen 4 mit Katalysator 6 beschichtet, so daß die selektive Oxidation ausschließlich in den Reaktionsräumen stattfindet. Gemäß Fig. 3c können zusätzlich auch die Innenwände und/oder Netze 7 im Zuführungsraum 4a mit Katalysator 6 beschichtet sein, so daß ein Teil des Eduktes bereits hier umgesetzt wird. In diesem Fall kann wiederum der Einlaßbereich der Zuführungskanäle 4a als Mischbereich ausgeführt, daß heißt nicht mit Katalysatormaterial 6 beschichtet werden.

Im Gegensatz zu den oben beschriebenen Anordnungen wird gemäß Fig. 4 das Reformat und der Sauerstoff nicht bereits vor dem Reaktor 1 gemischt, sondern getrennt zugeführt. Hierbei wird der Sauerstoff beziehungsweise die Luft über die Zuführräume 4a zugeführt, während das Reformat direkt in die Reaktionsräume 4 eingespeist wird. Im Unterschied zu den Anordnungen gemäß Fig. 3 sind in diesem Fall die Reaktionsräume 4 auf der Anströmseite nicht gasdicht verschlossen. Wie bereits im vorherigen Ausführungsbeispiel beschrieben sind auch hier wiederum zwei Varianten denkbar. Gemäß Fig. 4a sind zwei Zwischenschichten 9 pro Einzelzelle 2 vorgesehen, so daß jede Einzelzelle 2 jeweils einen zentralen Zuführraum 4a und zwei auf gegenüberliegenden Seiten benachbarte Reaktionsräume 4 aufweist. Die zweite Variante zeigt Fig. 4b, wobei hierbei wiederum nur eine Zwischenschicht 9 und damit auch jeweils nur ein Zuführraum 4a und ein Reaktionsraum 4 vorgesehen sind. Da im Zuführraum 4a kein Reformat, sondern lediglich Sauerstoff beziehungsweise Luft enthalten ist, ist eine Beschichtung mit Katalysatormaterial im Zuführraum 4a nicht sinnvoll.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Anordnung kann die Luft zu den Zuführräumen 4a gegenüber den Reaktionsräumen 4 mit einem Überdruck zugeführt werden. Dadurch strömt die Luft flächenhaft verteilt von den Zuführräumen 4a in die Reaktionsräume 4. Hier findet die Reaktion gleichmäßig über die gesamte Reaktorlänge verteilt statt, so daß der Katalysator-Nutzungsgrad gesteigert wird. Zur gleichmäßigeren Dosierung des Eduktes ist es außerdem möglich, die Porosität nicht über die gesamte Zwischenschicht konstant zu halten, sondern beispielsweise in Abhängigkeit von der Lauflänge zu variieren. Bei porösen Schichten kann hierzu die Durchlässigkeit verändert werden, bei gelochten Folien kann der Lochabstand und/oder der Lochdurchmesser unterschiedlich gewählt werden.

Neben der bisher beschriebenen Beschichtung von Oberflächen mit geeigneten Katalysatormaterial 6 ist es selbstverständlich auch möglich, das Katalysatormaterial in Form von Pellets oder beliebigen Schüttungen einzubringen.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil dieses Reaktors 1 ist die Möglichkeit, das Verhältnis von geometrischer Fläche zwischen den Reaktions- und Kühlräumen 4, 5, was für die Wärmeübertragung maßgebend ist, und wirksamer Katalysatoroberfläche zu optimieren. Die aktive Katalysatoroberfläche kann nämlich über die

Schichtdicke oder den Platingehalt im Katalysatorpulver verändert werden. Ergänzend ist es möglich, abwechselnd Bereiche mit und ohne Katalysatorbeschichtung 6 vorzusehen, wobei die Belegung durch die Wahl der Flächen- und der Abstände der einzelnen Beschichtungen veränderbar ist. Durch eine beliebige Kombination der oben beschriebenen Maßnahmen ist es somit möglich, die Reaktionsführung im Reaktor 1 ganz gezielt zu beeinflussen. Durch eine geeignete Wahl der Betriebstemperatur und durch einen isothermen Betrieb des Reaktors 1 kann die Temperatur am Katalysator 6 im optimalen Bereich gehalten werden. Dadurch ist es möglich, die Selektivität der Reaktion zu erhöhen und den notwendigen Luftüberschuß zu verringern. Außerdem kann ein größerer Anteil des Katalysatormaterials 6 in die eigentliche Reaktion einbezogen werden.

Mehrere der oben beschriebenen Reaktoren 1 können auch zur Erzielung einer mehrstufigen Prozeßführung, gegebenenfalls auch mit Reaktoren konventioneller Bauart, in Reihe geschaltet werden. Hierbei wird im allgemeinen zwischen den einzelnen Stufen jeweils Frischluft zudosiert. Mit Hilfe solcher mehrstufigen Anordnungen ist es möglich, auch bei wechselnden Lastanforderungen eine Reduzierung des CO-Anteils im Wasserstoffgas bis auf Werte unter 40 ppm zu erreichen.

#### Patentansprüche

1. Reaktor zur selektiven Oxidation von Kohlenmonoxid in wasserstoffreichem Gas mit mindestens einem Reaktionsraum, dem ein wasserstoffreiches Gas und Sauerstoff beziehungsweise Luft zugeführt wird und in dem ein Katalysator zur selektiven Oxidation des Kohlenmonoxids vorgesehen ist, und mit mindestens einem von einem Kühlmedium durchflossenen Kühlraum, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktor (1) durch Aufeinanderstapeln von Trennwänden (3) in Filterpressenbauweise aufgebaut ist, wobei durch zwei benachbarte Trennwände (3) jeweils Reaktions- beziehungsweise Kühlräume (4, 5) ausgebildet sind, und daß das Katalysatormaterial (6) zumindest auf den dem Reaktionsraum (4) zugewandten Oberflächen der Trennwände (3) aufgebracht ist.
2. Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Reaktionsraum (4) eine im wesentlichen parallel zu den Trennwänden (3) angeordnete Katalysatorträgerfolie (8) vorgesehen ist, die ein- oder beidseitig mit Katalysatormaterial (6) beschichtet ist.
3. Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktionsraum (4) durch eine poröse Zwischenschicht (9) in zwei Teilräume (4, 4a) unterteilt ist, wobei ein als Zuführungsraum (4a) für das Edukt ausgeführter Teilraum auf der Abströmseite und der andere als Reaktionsraum (4) ausgeführte Teilraum auf der Anströmseite blind endet.
4. Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktionsraum (4) durch eine durchlässige Zwischenschicht (9) in zwei Teilräume (4, 4a) unterteilt ist, wobei einem als Zuführraum (4a) ausgeführten Teilraum, der auf der Abströmseite blind endet, Luft beziehungsweise Sauerstoff ( $O_2$ ) und dem anderen als Reaktionsraum (4) ausgeführten Teilraum das Kohlenmonoxid (CO) enthaltende wasserstoffreiche Gas zugeführt wird.
5. Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktionsraum durch zwei durchlässi-

ge Zwischenschichten (9) in drei Teilräume (4, 4a) unterteilt ist, wobei der mittlere, als Zuführraum (4a) für das Edukt ausgebildete Teilraum auf der Abströmseite und die beiden äußeren, als Reaktionsräume (4) ausgebildeten Teilräume auf der Anströmseite blind enden.

6. Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktionsraum (4) durch zwei durchlässige Zwischenschichten (9) in drei Teilräume unterteilt ist, wobei der mittlere, als Zuführraum (4a) ausgeführte Teilraum, in den Luft beziehungsweise Sauerstoff ( $O_2$ ) eingeleitet wird, auf der Abströmseite blind endet, und wobei das Kohlenmonoxid ( $CO$ ) enthaltende wasserstoffreiche Gas durch die beiden äußeren, als Reaktionsräume (4) ausgeführten Teilräume geleitet wird.

7. Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in die Reaktions-, Zuführ- und/oder Kühlräume (4, 4a, 5) Stützstrukturen (7) eingebracht werden.

8. Reaktor nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich auf den Oberflächen der durchlässigen Zwischenschichten (9) und/oder auf den Stützstrukturen (7) und/oder auf zusätzlichen Strukturen zur Verbesserung des Stoff- und Wärmetransportes Katalysatormaterial (6) aufgetragen ist.

9. Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Katalysatormenge und/oder die Durchlässigkeit der durchlässigen Zwischenschicht (9) in Abhängigkeit von der Lauflänge des Reaktors (1) variiert.

10. Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuführräume (4a) gegenüber den Reaktionsräumen (4) mit einem Überdruck beaufschlagt werden.

11. Verwendung eines Reaktors nach einem der Ansprüche 1 bis 10 zur  $CO$ -Entfernung aus einem wasserstoffhaltigen Reformat für mobile Brennstoffzellen-Anwendungen.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

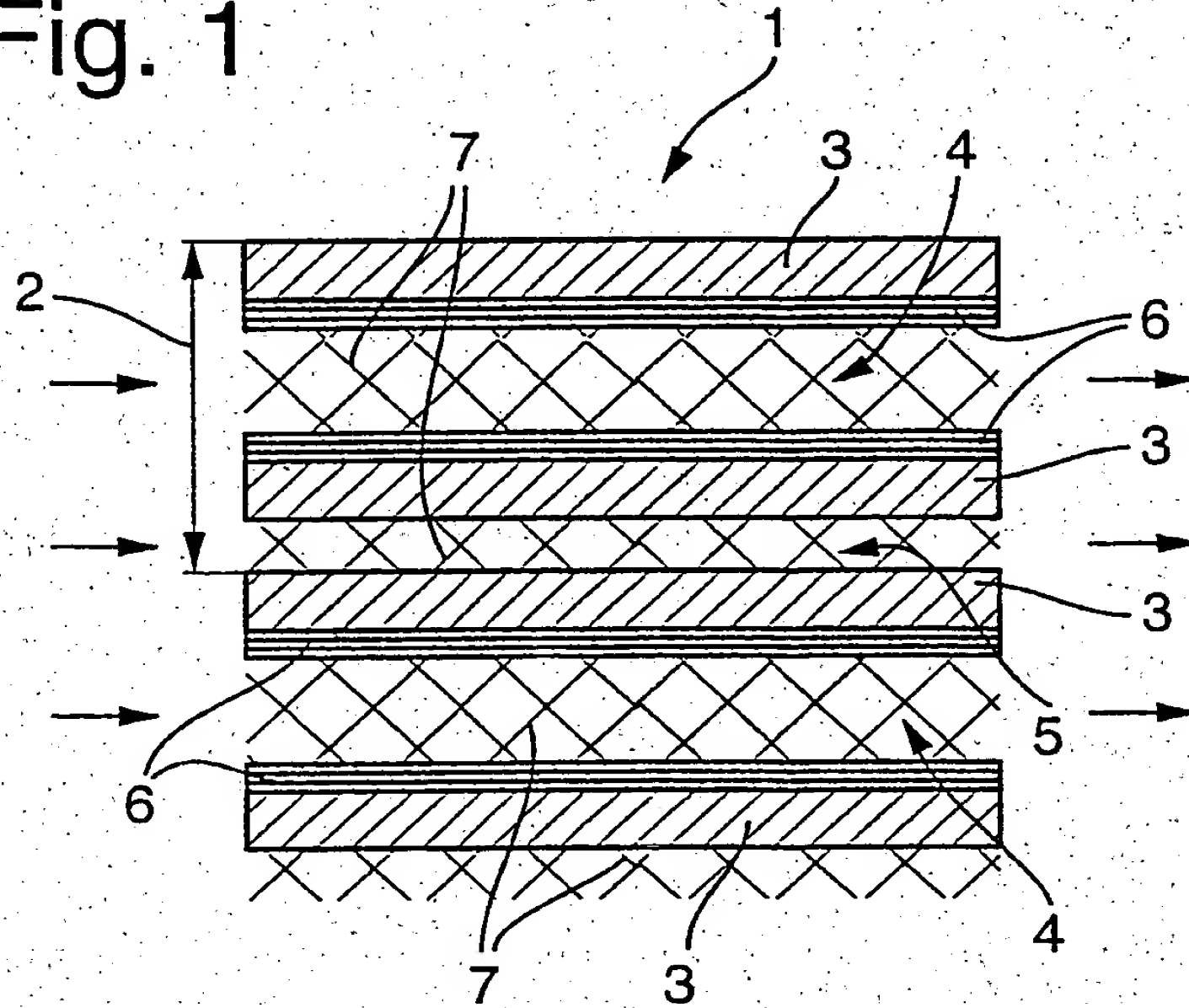


Fig. 2

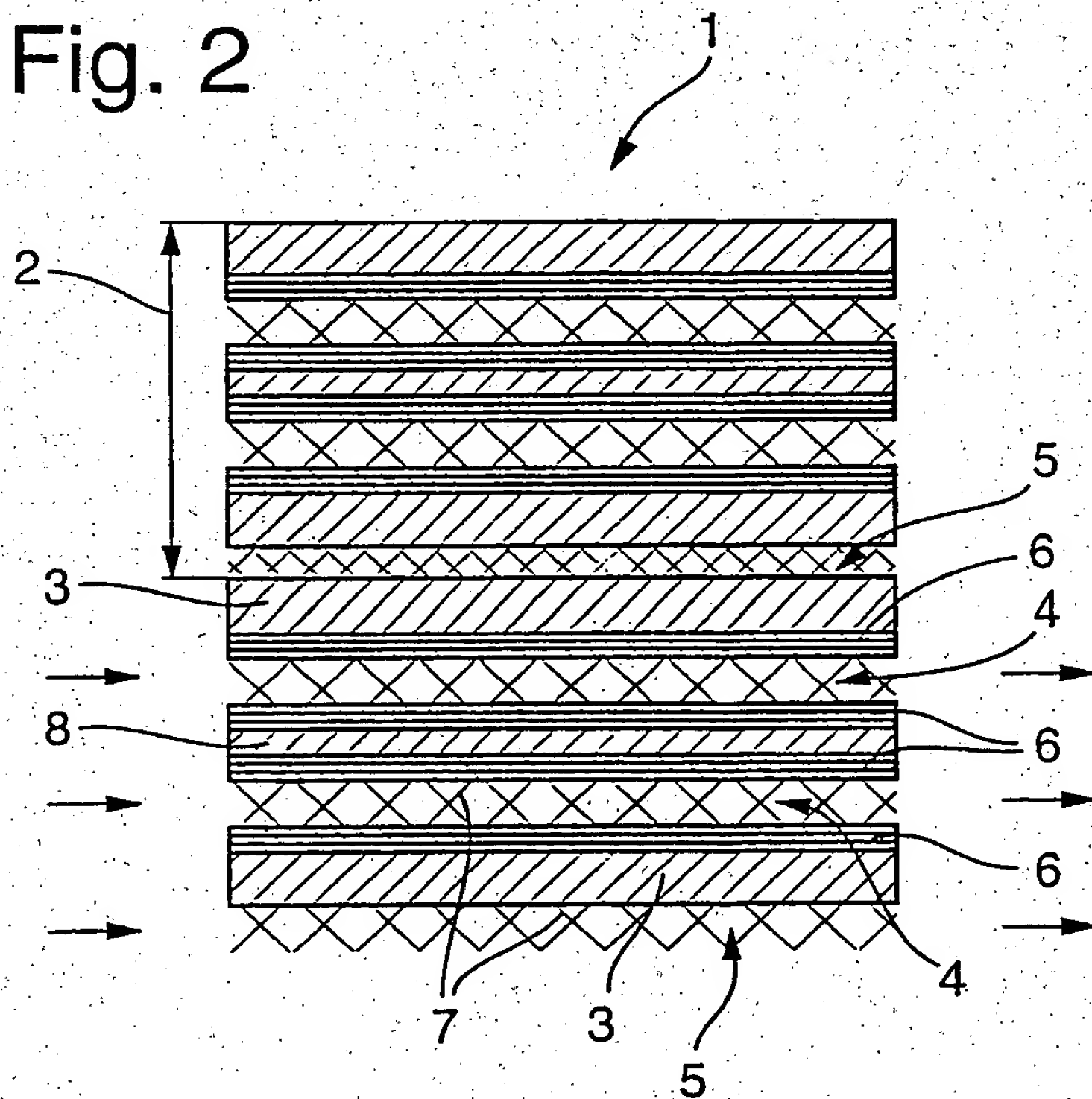


Fig. 3a

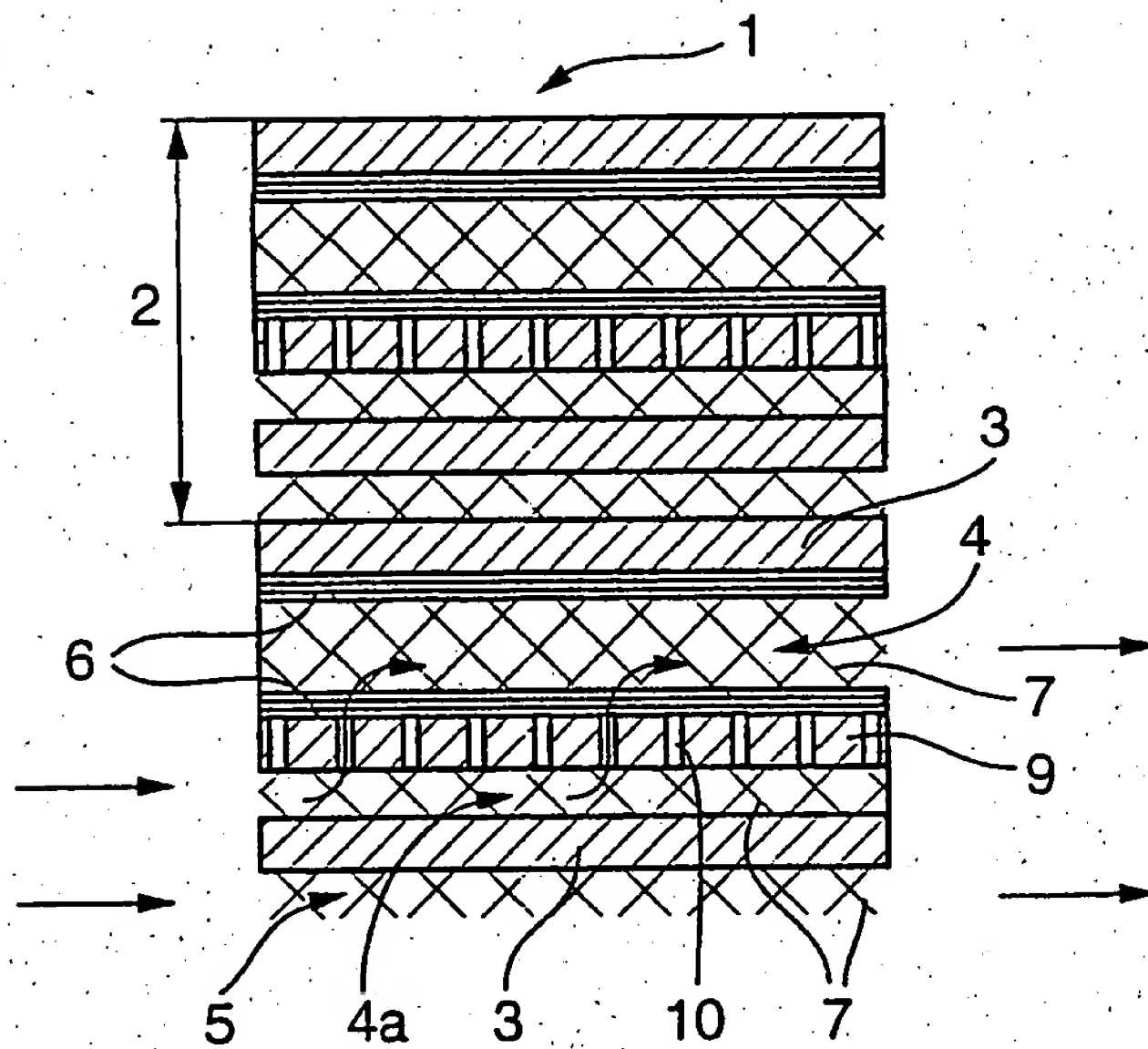


Fig. 3b

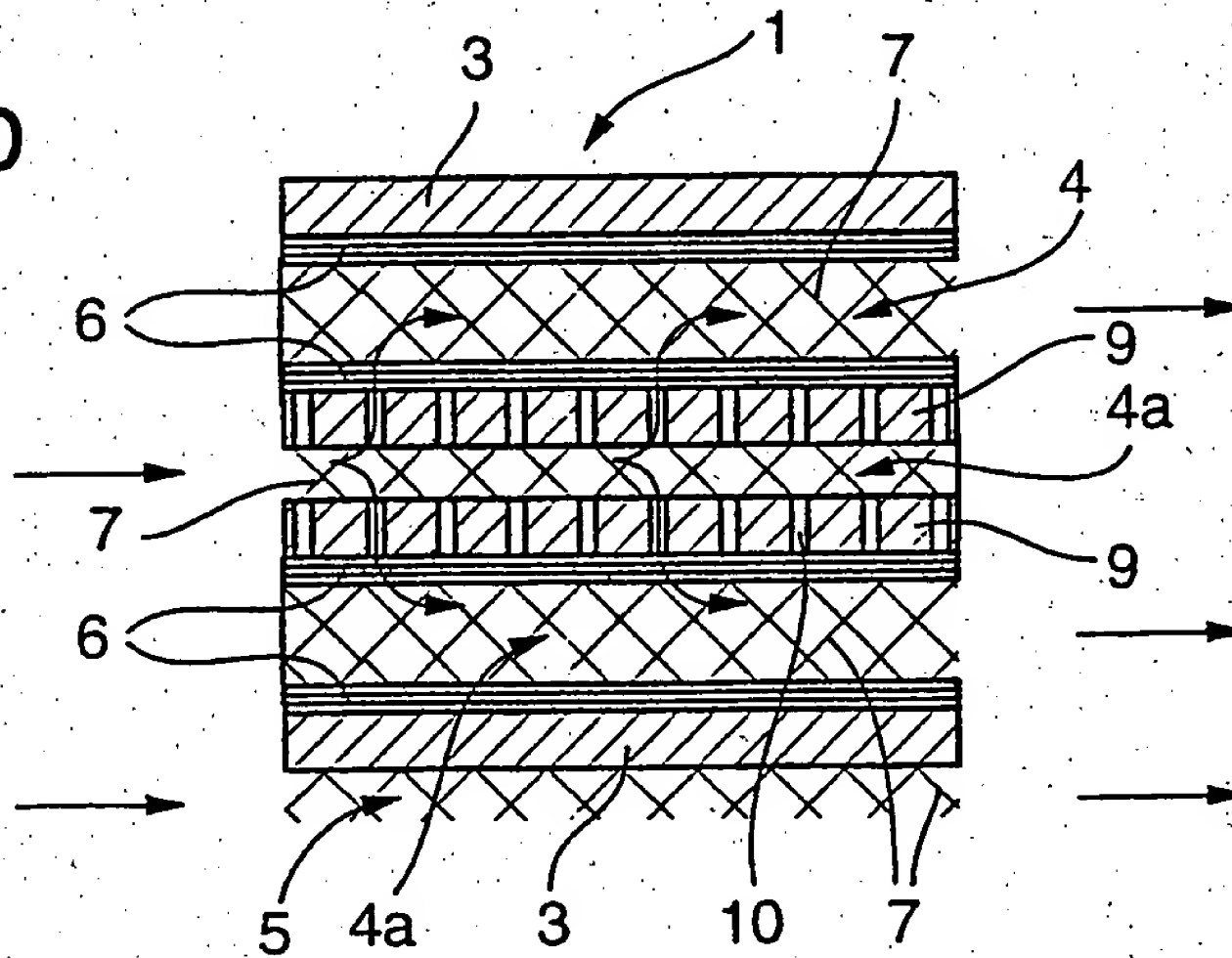


Fig. 3c

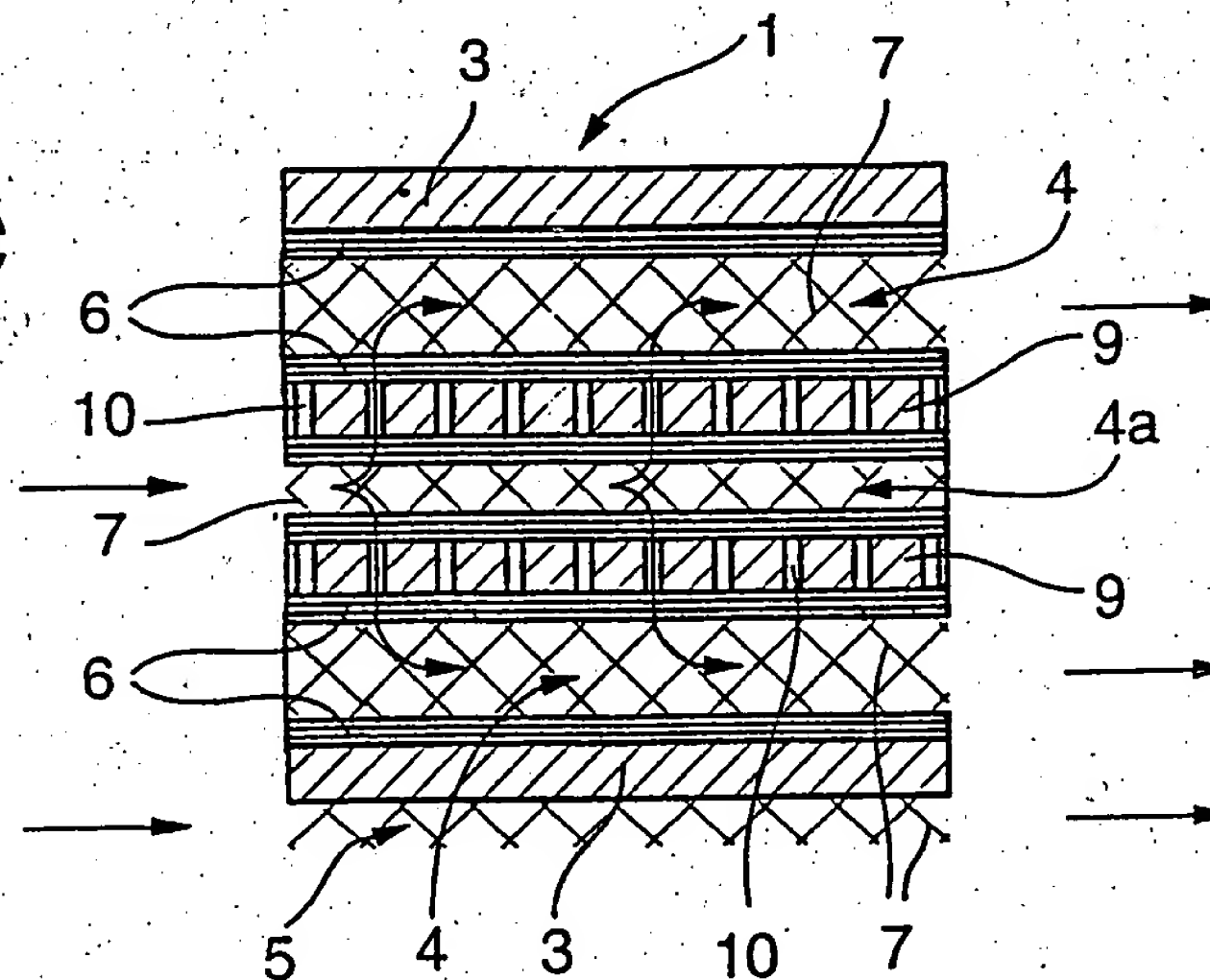


Fig. 4a

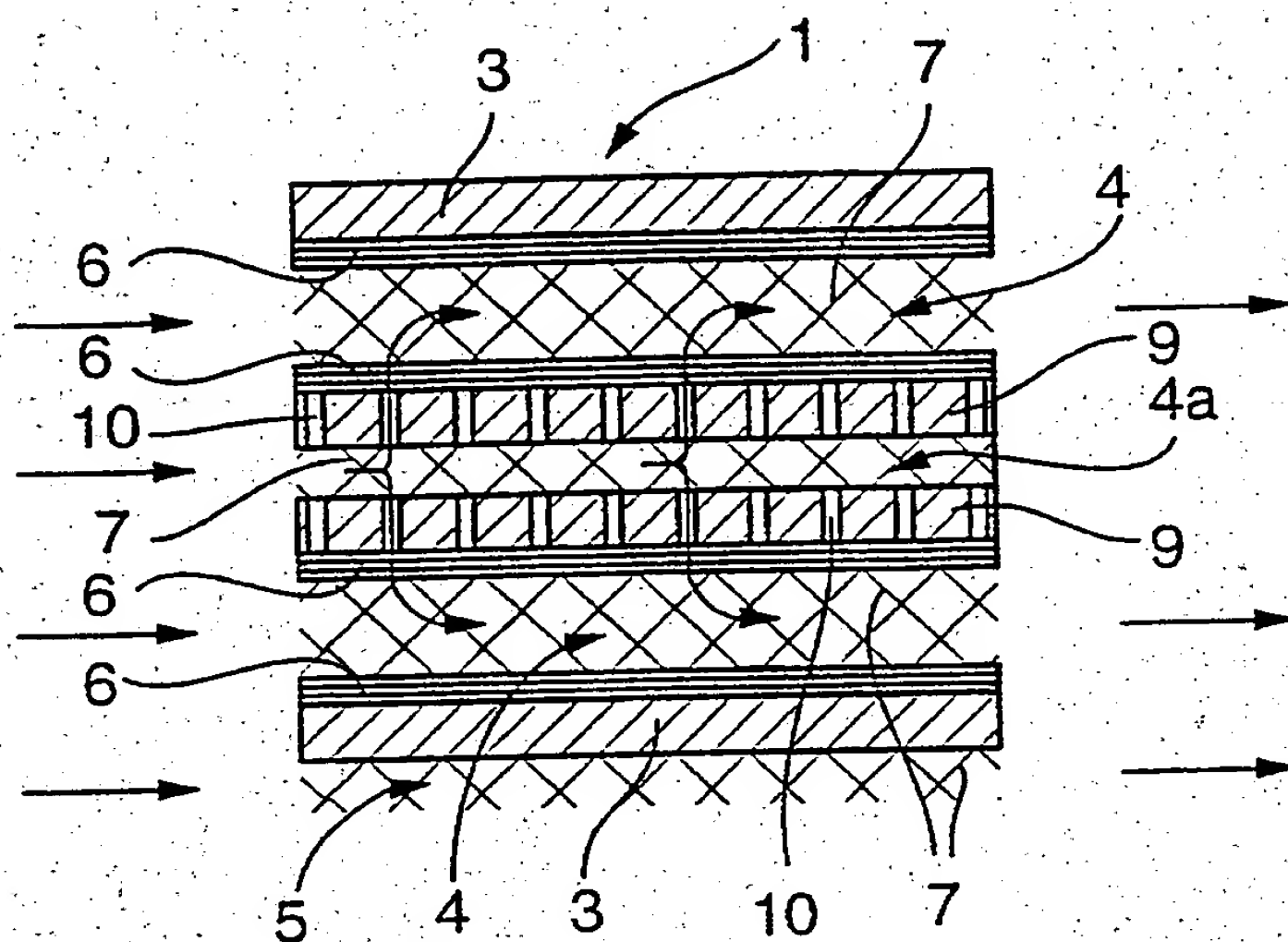


Fig. 4b

